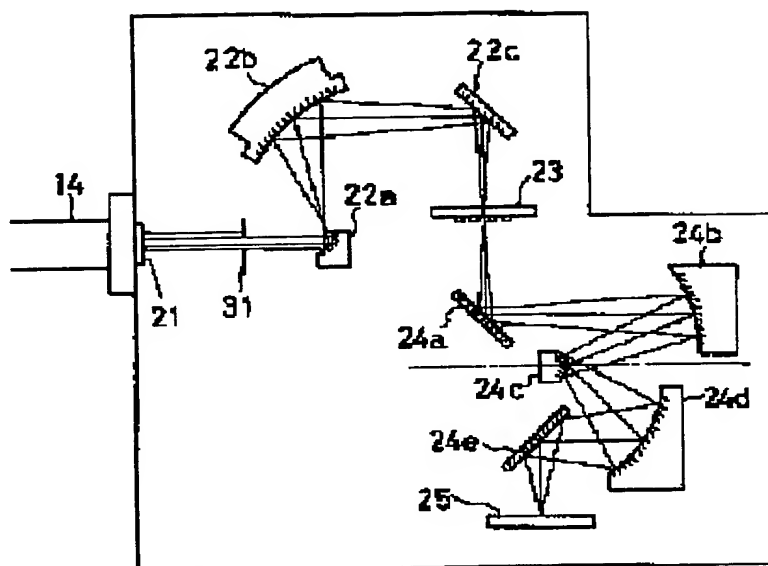



☐ Include in patent order

MicroPatent® Worldwide PatSearch: Record 3 of 4


[Family Lookup](#)

JP05283320

SYNCHROTRON RADIATION EQUIPMENT

TOSHIBA CORP

Inventor(s): ;INOUE SOICHI ;KONDO KENZO ;GOMYO YOSHIO

Application No. 04105837 , Filed 19920331 , Published 19931029

Abstract:

PURPOSE: To provide a title equipment which can prevent a deterioration in resolution due to long wavelength components contained in light radiated from an inserted light source and contribute to improvement in exposure precision and the like.

CONSTITUTION: In a synchrotron radiation equipment where synchrotron radiation light radiated from an undulator inserted into the linear zone of an electron accumulation ring is guided into an aligner 20 via a light extraction window 21 and used as exposure light, the light path of synchrotron light is provided with a shield element 31 having a circular opening which shields radiation light other than in a vicinity of an optical axis.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

Int'l Class: H01L021027 G03F00720 G03F00720

MicroPatent Reference Number: 001899302

COPYRIGHT: (C) JPO



PatentWeb
Home



Edit
Search



Return to
Patent List



Previous
Patent



Next
Patent



Help

For further information, please contact:
[Technical Support](#) | [Billing](#) | [Sales](#) | [General Information](#)

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-283320

(43)公開日 平成5年(1993)10月29日

(51)IntCl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 0 3	7818-2H		
	5 2 1	7818-2H		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 3 1 A
		7352-4M		3 3 1 S
審査請求 未請求 請求項の数3(全 11 頁)				

(21)出願番号 特願平4-105837

(22)出願日 平成4年(1992)3月31日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 井上 壮一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 近藤 健三

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 五明 由夫

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

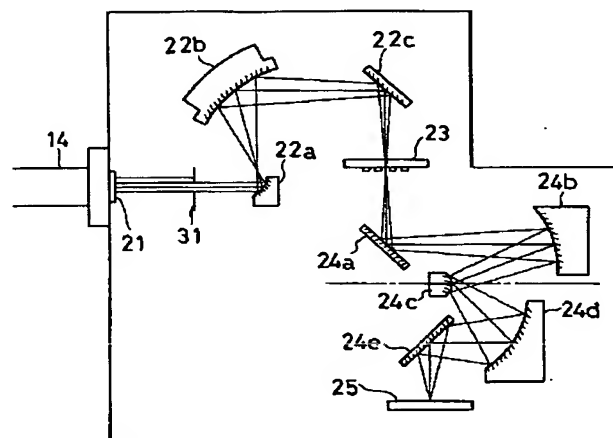
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 シンクロトロン放射装置

(57)【要約】

【目的】 挿入光源から放射される光に含まれる長波長成分に起因する解像度の劣化を防止することができ、露光精度の向上等に寄与し得るシンクロトロン放射装置を提供することにある。

【構成】 電子蓄積リングの直線部に挿入したアンジュレータから放射されたシンクロトロン放射光を、光取り出し用窓21を介して露光装置20内に導き、このシンクロトロン放射光を露光光として使用するシンクロトロン放射装置において、シンクロトロン放射光の光路上に、露光に用いる波長よりも長波長の光が被露光試料上に到達しないような機構として、光軸近傍以外の放射光を遮蔽する円形開口を有する遮蔽体31を設けたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電子蓄積リングの直線部に挿入したアンジュレータから放射されたシンクロトロン放射光を外部に導き、このシンクロトロン放射光を露光光として使用するシンクロトロン放射装置において、

前記シンクロトロン放射光の光路上に、光軸近傍以外の放射光を遮蔽する遮蔽体を設けてなることを特徴とするシンクロトロン放射装置。

【請求項2】電子蓄積リングの直線部に挿入したアンジュレータから放射されたシンクロトロン放射光を外部に導き、このシンクロトロン放射光を露光光として使用するシンクロトロン放射装置において、

前記シンクロトロン放射光の光路上に、光軸近傍の放射光のみを反射するミラーを設けてなることを特徴とするシンクロトロン放射装置。

【請求項3】電子蓄積リングの直線部に設置したアンジュレータから放射されたシンクロトロン放射光を外部に導き、このシンクロトロン放射光を露光光として使用するシンクロトロン放射装置において、

前記アンジュレータは、前記電子蓄積リングの電子が通るビームダクト内に配置され、N極とS極とが対峙し且つビーム進行方向に極性が交互に多数回変わる一対の磁石列を2組互いに直角に配置してなるマグネット部と、このマグネット部の各対の磁石列を光軸と直交する方向に駆動し、該磁石列の間隙を可変する駆動部とからなるものであることを特徴とするシンクロトロン放射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超LSIの微細加工等に用いるシンクロトロン放射装置に係わり、特に特定波長成分を有効に取り出す機能を備えたシンクロトロン放射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、電子蓄積リングから取り出されるシンクロトロン放射光は、基礎科学分野のみならず、リソグラフィ（微細パターンの転写技術）の分野等、広い範囲で応用が試みられている。電子蓄積リング内の円軌道上を運動している高速電子からの放射光は、軌道面内に広がりを持つ発散光源であり、多くの固有の特徴を有している。

【0003】一方、これらの放射光とは特性と異なる放射光を取り出すものとして、アンジュレータやウィグラという名の挿入光源を設置したものが、次世代の光源として開発が進められている。これらの挿入光源は、電子蓄積リングの直線部分に設置され、ここを通過する高速電子を多数回蛇行させることによって、特定の波長に光の強度を集中させたり、或いは放射光のスペクトルを短波長側にシフトさせるものである。

【0004】中でもアンジュレータは、数10～100nmといった紫外領域の強力な光を発生させることが可

能であり、この波長域を用いたリソグラフィが可能になると考えられる。D₂ランプ、F₂レーザ等、他にもこの紫外領域の光源はあるが、強度、安定度、寿命の点でアンジュレータを凌ぐものはない。以下、紫外光源の代表であるアンジュレータを例にとって説明する。

【0005】リソグラフィの分野では、サブミクロン以下のデバイスを目指して露光装置の短波長化、高NA化が試みられている。しかし、エキシマリソグラフィに関しては光源の寿命等に問題があり、SORリソグラフィ（X線露光）は等倍であるためマスクの精度に大きな負担が生じている。また、多層膜反射鏡を用いた軟X線縮小露光も検討されているが、反射率、収差等の問題が多く研究段階である。

【0006】このようなことから、高輝度かつ高安定度、長寿命といった特徴を有するアンジュレータを、極紫外領域（120～180nm）の光源として用いた縮小露光法が注目されている。この波長域の光は物質による吸収が大きいので、照明、投影光学系を屈折光学系にて形成することは困難であり、反射光学素子主体の光学系となる。しかし、軟X線領域とは異なり多層膜なしで高い直入射反射率が得られるので、高効率、高NA、広視野の光学系形成が可能である。

【0007】図14にアンジュレータを挿入光源として用いたシンクロトロン放射装置の斜視概念図を示す。蓄積リングを構成するビームダクト1の外周部に、複数の偏向磁石2及び入射器3が設置されている。また、偏向磁石2からの放射光と波長領域が異なり、且つ高い輝度を得るために、ビームダクト1の直線部に挿入光源4が設置されている。なお、図14において、5はビーム輸送系、6はビームラインを示している。

【0008】挿入光源4は、電子を蛇行させるものである。特に、図15に示すように、平面型挿入光源を2組互いに直角に配置した円偏向型挿入光源（アンジュレータ）は、平面型よりも輝度が高いことや、ビーム軸方向の放射光が基本波成分だけであるという特徴を持つ。なお、図15において、7は磁石列、8は電子ビームを示している。

【0009】ところで、この種の装置から放射される光は、軸上の放射スペクトルと軸から傾いた方向の放射スペクトルが異なっている。一般的には、軸外に行くほど基本波長が長くなると共に、高調波が多く出るようになる。そして、このようなスペクトル分布を持つ光をリソグラフィに用いる場合、軸外の長波長光が露光精度に悪影響を及ぼす。

【0010】一方、従来のシンクロトロン放射装置は主に基礎科学分野で用いられており、ビームエネルギーが高く、比較的大型のものが設置されてきた。従って、蓄積リングに取り付けられる挿入光源も、大きなビームエネルギーに適したものとなっている。このような挿入光源を、超LSI微細加工等の分野において必要とされる

安価な小型でビームのエネルギーの低いシンクロトロン放射装置に取り付けると、波長の式

$$\lambda = k (\lambda u / E^2) (1 + K^2) \quad \dots (1)$$

(λu : 磁石の周期長、 E : ビームエネルギー、 K : 電子の蛇行を示すパラメータ、 k : 比例定数) から判るようにビームエネルギー E が低いので、得られる放射光の波長が長くなってしまふ。但し、ここでは放射光の輝度を確保し、また放射光の高次成分の影響を少なくするため、 K 値は1程度に保ったままとする。

【0011】波長が変わらないようにするには、磁極の周期長 λu を短くすればよいが、磁束密度 B_g との間に次の関係

$$K = k \cdot B_g \cdot \lambda u \quad \dots (2)$$

があるので、 K 値を変えないためには磁束密度 B_g を上げなければならない。このためには、挿入光源の磁石列の間隙を狭めればよいが、従来の円偏向型挿入光源では、対向する磁石列を電子の通るビームダクトの直径よりも近付けることは困難であり、磁石列の間隙を狭めるにも限度があった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】このように従来、挿入光源からのシンクロトロン放射光には軸外の光に長波長成分が含まれており、これがLSIのリソグラフィにおける露光精度を低下させる要因となっていた。また、従来の大型のシンクロトロン放射装置に用いられている円偏向型挿入光源を小型で低エネルギーの蓄積リングに取り付けると、LSIのリソグラフィに必要な短波長の放射光が得られないという問題があった。

【0013】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、挿入光源から放射される光に含まれる長波長成分に起因する解像度の劣化を防止することができ、露光精度の向上等に寄与し得るシンクロトロン放射装置を提供することにある。

【0014】また、本発明の他の目的は、円偏向型挿入光源を小型で低エネルギーの蓄積リングに取り付けても、LSIのリソグラフィに必要な短波長の放射光を得ることのできるシンクロトロン放射装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明(請求項1, 2)は、電子蓄積リングの直線部に挿入したアンジュレータから放射されたシンクロトロン放射光を外部に導き、このシンクロトロン放射光を露光光として使用するシンクロトロン放射装置において、シンクロトロン放射光の光路上に、露光に用いる波長よりも長波長の光が被露光試料上に到達しないような機構を設けたもので、この機構として、光軸近傍以外の放射光を遮蔽する遮蔽体、又は光軸近傍の放射光のみを反射するミラーを用いたことを特徴としている。

【0016】また、本発明(請求項3)は、電子蓄積リ

ングの直線部に設置したアンジュレータから放射されたシンクロトロン放射光を外部に導き、このシンクロトロン放射光を露光光として使用するシンクロトロン放射装置において、アンジュレータを、電子蓄積リングの電子が通るビームダクト内に配置され、N極とS極とが対峙し且つビーム進行方向に極性が交互に多数回変わる一対の磁石列を2組互いに直角に配置してなるマグネット部と、このマグネット部の各対の磁石列を光軸と直交する方向に駆動し、該磁石列の間隙を可変する駆動部とから構成したことを特徴としている。

【0017】

【作用】本発明(請求項1, 2)によれば、遮蔽体又はミラーの作用により、アンジュレータより軸外に放射される長波長光を遮断し、軸近傍の短波長光のみを露光光として取り出すことができる。従って、アンジュレータから放射される光に含まれる長波長成分に起因する解像度の劣化を防止することができ、露光精度の向上をはかることが可能となる。

【0018】また、本発明(請求項3)によれば、ビームダクトの大きさに影響されずに、対向する磁石列の間隙を狭くできるので、ビームエネルギーの低い装置においても、放射光の波長を短くすることができる。また、ビーム入射時は、ビーム蓄積時と比べてビーム軌道のスペースが広がるが、このときは駆動部により磁石列の間隙を広げることにより、ビームの入射効率を維持することが可能となる。

【0019】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0020】図1は本発明の第1の実施例に係わるシンクロトロン放射装置の概略構成を示す斜視図である。図中10は電子蓄積リングであり、この電子蓄積リング10はSUSパイプからなる真空管(ビームダクト)11、ベンディング・マグネット12、アンジュレータ13及びビームライン14等から構成されている。即ち、真空管11の湾曲部にベンディング・マグネット12が設置され、直線部にアンジュレータ13が設置されている。そして、真空管11の一部がビームライン14を介して露光装置20に接続されている。

【0021】電子蓄積リング10では、リング状の真空管11の中を高速に近い速度を持った電子15が回転している。直線部に設置されたアンジュレータ13は、図2に示すように真空管11を挟んで対向する一対の磁石列13aを2組互いに直角に配置して構成される。ここで、図2に示す矢印の方向に磁場が発生するように配置されているものを、特にヘリカルアンジュレータと呼ぶ。電子は磁石の間を図の矢印の方向に進む。磁石によって螺旋状の周期的な磁場を形成することによって、電子はローレンツ力を受け螺旋状の軌道を描いて進行する。この螺旋起動する電子から放出された放射光は互い

に干渉する。この干渉効果により、従来の円起動放射光よりも2～4桁と強度の高い放射光が得られる。

【0022】電子はベンディング・マグネット12によって曲げられ円起動を描いてまたアンジュレータ13に戻ってくる。干渉光はビームライン14を通り、ポート先端の窓21より露光雰囲気に取り出され、次段の露光装置20へと導かれる。図の一点鎖線16が電子の軌道、二点鎖線17がアンジュレータからの放射光の光路を示す。

【0023】図3に、露光装置20の概略構成を示す。前記アンジュレータ13から発生する放射光17は、真空中に引いてあるビームライン14中を通して右方向へ進行する。この光17は光取り出し用窓21によって露光雰囲気中へ取り出される。露光チャンバ内は N_2 、Heガス等でパージされている。或いはチャンバを真空中に抜

$$\lambda_k = \lambda_0 \{ 1 + (\gamma \theta)^2 + (K_x^2 + K_y^2) / 2 \} / (2k \cdot \gamma^2) \quad \dots (3)$$

(k=1, 3, 5, ...)

となる。但し、 γ は $E / (m_0 \cdot C^2)$ 、 E は電子蓄積エネルギー、 m_0 は電子の静止質量、 C は光速である。 K_x 、 K_y はそれぞれx方向、y方向の蛇行パラメータである。 λ_0 は蛇行波長[cm]、 k は干渉波長の次数、 θ は光源の観測角度[rad]である。

【0026】図4は、軸上基本波を180.361nmにした場合の軸上放射スペクトルを示している。 $K_x=1$ 、 $K_y=1$ 、 $E=340\text{ MeV}$ 、 $N=4$ (N は電子蛇行回数)、 $\lambda_0=8\text{ cm}$ 、 $I=50\text{ mA}$ (I は蓄積電流値)である。さらに、図5、6、7、8は、それぞれ軸外0.5mrad、1mrad、1.5mrad、2mrad方向の放射スペクトルである。図4～図8より、放射方向にスペクトルが異なっていることが判る。即ち、軸外に行くほど基本波長が長くなると共に、高調波が多く出るようになる。

【0027】このようなスペクトル分布を有するアンジュレータ光をリソグラフィに用いる場合、軸外の光を多く用いれば露光光量が増し、スループットが向上する。図3に示すような反射光学系から構成される照明、投影光学系を用いれば、色収差の問題はない。しかし、露光光に長波長の光が含まれると、その割合にもよるが解像度の劣化を招く。露光装置の解像度は投影光学系のNAの逆数と使用する波長に比例する。従って、NAが決まっている光学系に長波長の光が含まれていると解像度劣化が起こる。

【0028】上記の条件のアンジュレータ光を軸外0.5mradまで用いた場合と、2mradまで用いた場合とを比較する。光学系のNAを0.45、プロセスパラメータを0.6とすると、0.5mradの場合だと250nmより端波長側が支配的なので0.33 μm の解像度を有するのに対し、2mradの場合は340nmの光が露光光に含まれるため0.51 μm の解像度に止まってしまう。

【0029】本実施例では、フィルタ31としての遮蔽

き、窓を介することなく直接露光装置へ光を導いてもよい。放射光は、反射光学素子からなる照明光学系22

(22a～22c)によりマスク23に均一に照明される。そして、反射光学素子からなる投影光学系24(24a～24e)によってウェハ25上にマスクパターンが投影される。

【0024】ここまでの基本構成は従来装置と略同様であり、本実施例ではこれに加えて、窓21と照明光学系22の第1ミラー22aとの間に長波長遮断用フィルタ31を設けている。このフィルタ31は、挿入光源としてヘリカルアンジュレータを用いた場合は、光遮蔽体の中央部に円形のアパーチャを形成したものである。

【0025】ここで、ヘリカルアンジュレータから放射される光の干渉波長 λ_k は、

体のアパーチャ直径を最適に設計することにより、軸外の長波長光を遮蔽することができる。図4～図8に従って、フィルタの設計を行う。いま、露光装置の解像度を0.33 μm 、投影光学系のNAを0.45、プロセスパラメータを0.6とすると、使用波長は250nm以下とする必要が生じる。従って、250nmより長い波長をカットして、露光することを考える。

【0030】図4～図8より、軸外角度0.5mradでは基本波長が190.362nm、基本波のメインローブがほぼ0となるのが約250nmである。軸外角度1mradでは基本波長が220.366nm、基本波のメインローブがほぼ0となるのが約300nm、軸外角度1.5mradでは基本波長が278.05nm、基本波のメインローブがほぼ0となるのが350nm、また軸外角度2mradでは基本波長が340.356nm、基本波のメインローブがほぼ0となるのが約450nmである。つまり、軸外角度0.5mradまでを通過させるようなフィルタ31を光路上に設置することによって、250nmより長波長の光をカットすることができる。

【0031】厳密にいうと、上記フィルタ31を通過するアンジュレータ光には長波長光も含まれている。例えば、軸外角度0.5mradでのスペクトルを見ると、メインローブよりも長波長の光も存在する。しかし、その割合は露光波長に比べて無視できるほど微量である。

【0032】このように本実施例によれば、光遮蔽体の中央部にアパーチャを形成した長波長光フィルタ31を設けることにより、アンジュレータ13より軸外に放射される長波長光を遮断し、軸近傍の短波長光のみを露光光として取り出すことができる。従って、アンジュレータ13から放射される光に含まれる長波長成分に起因する解像度の劣化を防止することができ、露光精度の向上をはかることが可能となる。また、従来装置に長波長光フィルタ31を付加するのみの簡易な構成で実現し得る

利点がある。

【0033】なお、この実施例では、照明光学系 22 の前に長波長光フィルタ 31 を挿入しているが、アンジュレータ放射光の軸外の長波長光を遮断できるものであれば、その挿入箇所は何等限定されない。また、この実施例はリング状の遮蔽体からなるフィルタ 31 を光路上に設置することによって、露光に必要な光のみを透過させると行った方法であるが、逆に露光に必要な光のみを反射させ、露光に不必要な軸外光をカットする方法も考えられる。これを、以下に説明する。

【0034】図 9 は、本発明の第 2 の実施例を説明するためのもので、露光装置側の概略構成を示している。なお、図 3 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【0035】この実施例が先に説明した第 1 の実施例と異なる点は、遮蔽体を用いる代わりに照明光学系の反射ミラーの一部を変更したことにある。即ち、照明光学系 22 の第 1 ミラー 22 a の代わりにフィルタ用の反射ミラー 32 を用い、このミラー 32 の外形寸法を、第 1 の実施例で設計した遮蔽体のアパーチャ径と同じとしている。

【0036】この場合、図 10 に示すように、露光に必要な光のみが反射ミラー 32 で反射され、照明光学系 22 の第 2 ミラー 22 b に導かれる。露光に不要な軸外光はミラー 32 では反射されず、第 2 ミラー 22 b には導かれず。つまり、この実施例ではミラー 32 をフィルタとして兼用している。同様に、第 2 ミラー 22 b をフィルタと兼用しても何等差支えない。さらに、本実施例の照明光学系以外を採用したとしても、フィルタと兼用されるミラーの外形寸法を第 1 の実施例で示したような設計法によって決定すれば、照明光学系の構成には依存しない。また、この実施例では、照明光学系のミラーをフィルタと兼用されているが、フィルタ専用のミラーを光路上に設置してもよい。

【0037】また、実施例では、ヘリカルアンジュレータを用いる場合を示したが、マグネットを対向させて配列し、電子を正弦波状に蛇行させるプレーン型のアンジュレータを用いた場合も、同様の方法によって長波長光をカットすることが可能である。

【0038】図 11 は、本発明の第 3 の実施例の要部構成を示す断面図である。この実施例は、図 1 に示すアンジュレータ（挿入光源）部の改良をはかったものである。

【0039】ビームダクト 11 の周面に 4 つの駆動機構 43（43 a～43 d）が互いに直交する関係で設置され、これらの駆動機構 43 はそれぞれ駆動棒 42（42 a～42 d）をビームダクト 11 を貫通して内部に挿入している。駆動棒 42 の先端には、磁石列 41（41 a～41 d）がそれぞれ固定されている。そして、駆動機構 43 により駆動棒 42 を進退移動することにより、対

向する磁石列 41 a と 41 c、41 b と 41 d の間隙を可変するものとなっている。なお、磁石列 41 は、非磁性材料で表面をメッキ処理或いは板で囲って真空封止されている。

【0040】このような構成であれば、小型でビームエネルギーの低いシンクロトン放射装置に用いた場合でも、磁石列 41 をビームダクト 11 内に配置しているので、対峙する磁石列 41 の間隙を狭くして磁束密度を上げることができる。つまり、先の (2) 式の K 値を変えることなく、放射光の波長を十分に短波長化することができる。なお、ビーム入射の時は、ビーム軌道に広いスペースを必要とするが、この場合は左右及び上下の磁石列の間隙を広くすればよい。

【0041】従って本実施例によれば、ビームダクト 11 の大きさに影響されずに、対向する磁石列 41 の間隙を十分に狭くできるので、ビームエネルギーの低い装置においても、放射光の波長を短くすることができる。また、ビーム入射時は、ビーム蓄積時と比べてビーム軌道のスペースが広がるが、このときは駆動部 43 により磁石列 41 の間隙を広げることにより、ビームの入射効率を維持することが可能となる。

【0042】ところで、アンジュレータより放射される光には、先にも説明したように高次干渉光のスペクトル強度も大きい。このため、照射に用いる波長以外のパワーが多く、窓或いは後段の素子にダメージを与える。従来のアンジュレータポートの構成においては、この高次干渉光は窓が殆ど吸収してしまい、窓の損傷が大きくなる。この窓は真空壁も兼ねているため、交換するには真空を破る必要があり、非常に面倒である。これを解決したのが、次の実施例である。

【0043】図 12 は、本発明の第 4 の実施例の要部構成を示す断面図である。

【0044】図の上側にあるアンジュレータ（不図示）より発生する放射光 51 は、真空中に引いてあるビームライン 52 を通って図の上から下へ進行する。真空中を進行してきた放射光 51 は、放射光取り出し用窓 53 によって露光装置 54 の雰囲気中へ取り出される。ビームライン 52 の途中にはフィルタ室 55 が設けられ、このフィルタ室 52 のビーム入射側にはゲートバルブ 56 が設けられている。また、フィルタ室 55 内は真空排気系 59 により排気されるものとなっている。

【0045】フィルタ室 55 内にはアンジュレータ放射光の高調波をカットするフィルタ 57 が配置され、このフィルタ 57 は直線導入器 58 により光軸と直交する方向に進退移動するものとなっている。フィルタ 57 は窓材と同じ材質でできている。例えば、基本波長を 180 nm 程度にする場合には、窓 53 及びフィルタ 57 として石英を用いるのが適当である。また、基本波長を 130～160 nm 程度にする場合には、 MgF_2 （弗化マグネシウム）、115～130 nm 程度の場合には Li

F₂（弗化リチウム）がそれぞれ適当である。直線導入器 5 8 は、フィルタ 5 7 を放射光に対して垂直方向（紙面左右方向及び表裏方向）に駆動するためのものであり、放射光のフィルタへの入射位置を決める。

【0046】アンジュレータより発生する放射光 5 1 は、前記のように基本波長以外に高調波が発生するため、この高調波をフィルタ 5 7 によってカットする。高調波の波長は数十 nm であるため、真空中の残留ガスのフィルタ表面へのコンタミネーションや、色中心を引き起こしフィルタ 5 7 を劣化させ、基本波長の透過率を低下させてしまう。このため、この直線導入器 5 8 によって放射光のフィルタ 5 7 への入射位置を変え、フィルタ 5 7 の劣化していない部分を用いるようにする。フィルタ 5 7 の全面が劣化してしまったら、ゲートバルブ 5 6 を閉めてフィルタ室 5 5 を大気解放し、フィルタ 5 7 を交換したのち、フィルタ室 5 5 を真空排気系 5 9 で再び真空排気する。

【0047】本実施例によれば、所望外の波長を透過しないフィルタ 5 7 によって、基本波よりも短波長側の光が窓 5 3 或いは被照射物へ到達することがなくなり、これらのダメージを防ぐことができる。しかし、窓 5 3、被照射物のダメージが小さくなる代わりに、フィルタ 5 7 のダメージが発生する。そこで、このフィルタ 5 7 を駆動機構 5 8 により駆動して照射位置を変え、フィルタ 5 7 のダメージ位置を適宜変えることによって、フィルタ 5 7 の寿命を長くすることが可能である。従って本実施例では、窓 5 3 の損傷を低減して窓交換回数を大幅に減らすことができると共に、フィルタ交換回数も非常に少なくすることができ、露光装置の稼働率向上につながる。

【0048】図 1 3 は本発明の第 5 の実施例の要部構成を示す断面図である。なお、図 1 2 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【0049】この実施例が先の第 4 の実施例と異なる点は、フィルタを進退移動する代わりに、回転駆動することにある。即ち、フィルタ 6 7 は円板状に形成されており、回転導入器 6 8 によって回転駆動可能となっている。この場合も、フィルタ 6 7 を回転することによって、アンジュレータより放射される光 5 1 のフィルタ 6 7 へ当たる位置を変えることができる。従って、第 4 の実施例と同様の効果が得られる。

【0050】なお、本発明は上述した各実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【0051】

【発明の効果】以上詳述したように本発明（請求項 1、2）によれば、シンクロトロン放射光の光路上に、光軸近傍以外の放射光を遮蔽する遮蔽体、又は光軸近傍の放射光のみを反射するミラーを設けているので、アンジュレータより軸外に放射される長波長光を遮断し、軸近傍

の短波長光のみを露光光として取り出すことができる。従って、アンジュレータから放射される光に含まれる長波長成分に起因する解像度の劣化を防止することができ、露光精度の向上等に寄与し得るシンクロトロン放射装置を実現することが可能となる。

【0052】また、本発明（請求項 3）によれば、アンジュレータを構成する磁石列をビームダクト内に設置しているので、ビームダクトの大きさに影響されずに、対向する磁石列の間隙を狭くすることができる。従って、円偏向型挿入光源を小型で低エネルギーの蓄積リングに取り付けても、LSI のリソグラフィに必要な短波長の放射光を得ることのできるシンクロトロン放射装置を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例の概略構成を示す斜視図。

【図 2】第 1 の実施例に用いたアンジュレータを構成する磁石列の配置を示す斜視図。

【図 3】第 1 の実施例に用いた露光装置部の概略構成を示す断面図。

【図 4】ヘリカルアンジュレータの軸上でのスペクトルを示す特性図。

【図 5】ヘリカルアンジュレータの軸外角度 0.5 mrad でのスペクトルを示す特性図。

【図 6】ヘリカルアンジュレータの軸外角度 1 mrad でのスペクトルを示す特性図。

【図 7】ヘリカルアンジュレータの軸外角度 1.5 mrad でのスペクトルを示す特性図。

【図 8】ヘリカルアンジュレータの軸外角度 2 mrad でのスペクトルを示す特性図。

【図 9】本発明の第 2 の実施例の要部構成を示す断面図。

【図 10】第 2 の実施例に用いたフィルタとしての反射ミラーの作用を示す模式図。

【図 11】本発明の第 3 の実施例の要部構成を示す断面図。

【図 12】本発明の第 4 の実施例の要部構成を示す断面図。

【図 13】本発明の第 5 の実施例の要部構成を示す断面図。

【図 14】従来のシンクロトロン放射装置の基本構成を示す概念図。

【図 15】従来装置におけるアンジュレータの磁石配置例を示す斜視図。

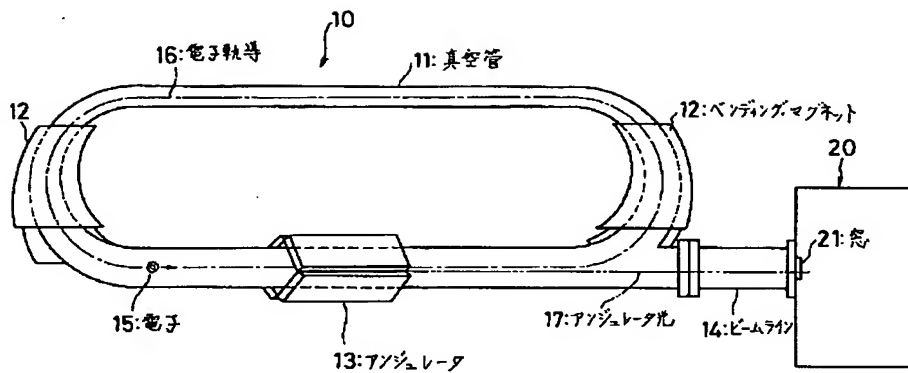
【符号の説明】

- 1 1…真空管（ビームダクト）、
- 1 2…ベンディング・マグネット、
- 1 3…アンジュレータ、
- 1 4…ビームライン、
- 1 7…アンジュレータ光、

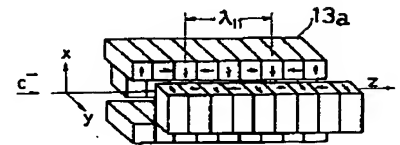
20…露光装置、
21…光取り出し用窓、
22…照明光学系、
23…マスク、
24…投影光学系、

25…ウェハ、
31…遮蔽体（長波長光フィルタ）、
32…反射ミラー（長波長光フィルタ）、
41…磁石列、
43…駆動機構。

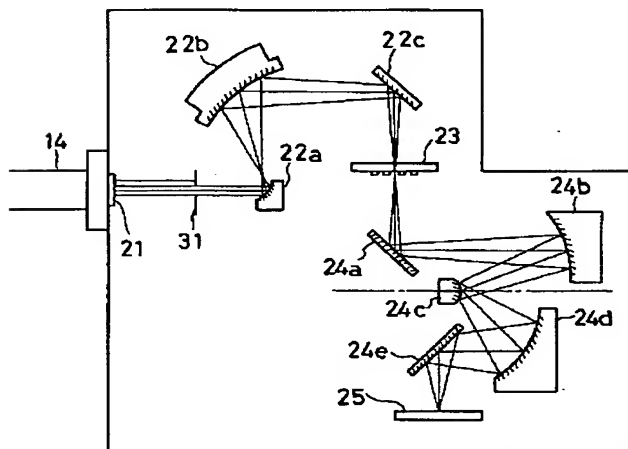
【図1】



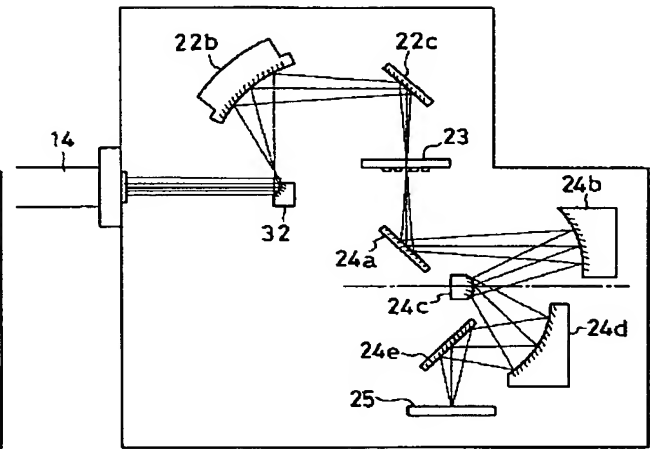
【図2】



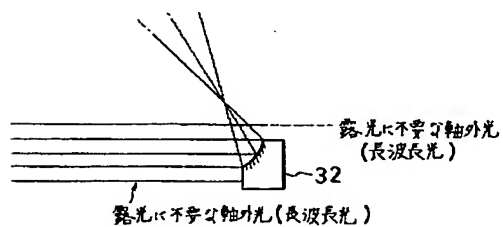
【図3】



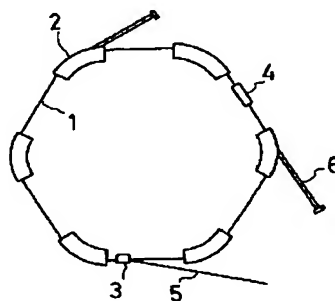
【図9】



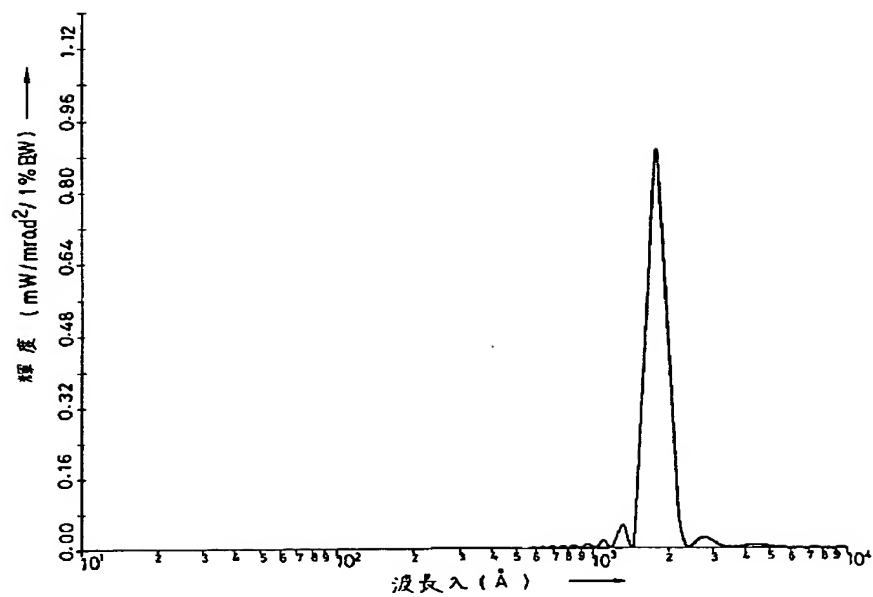
【図10】



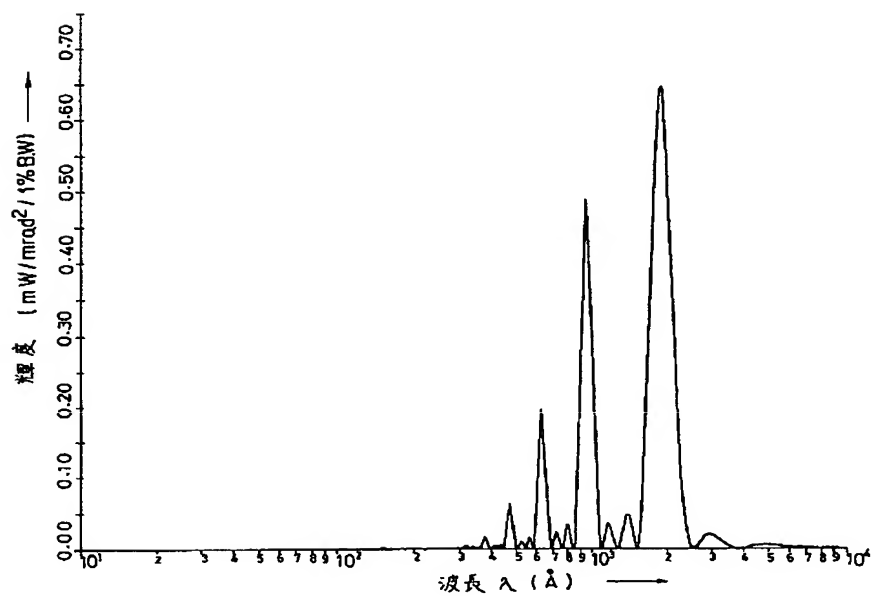
【図14】



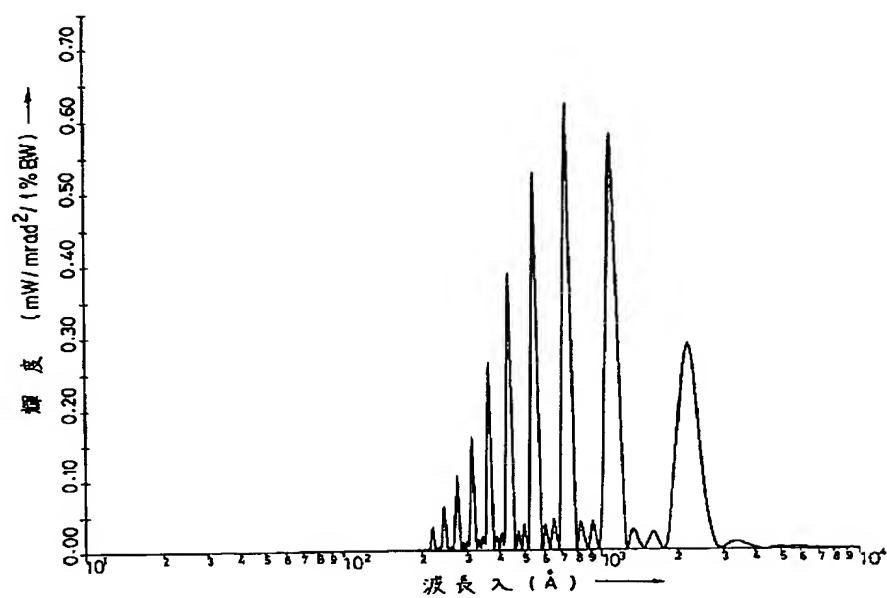
【図4】



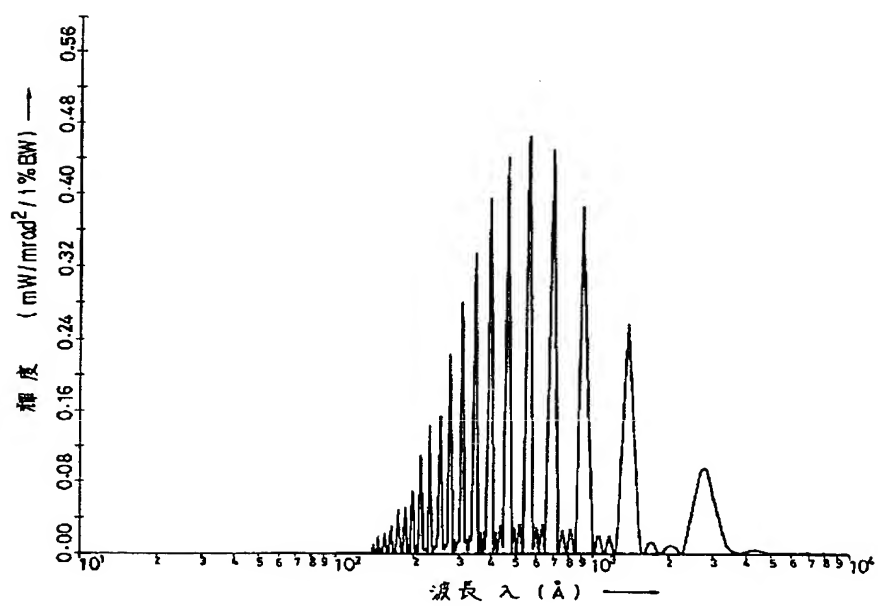
【図5】



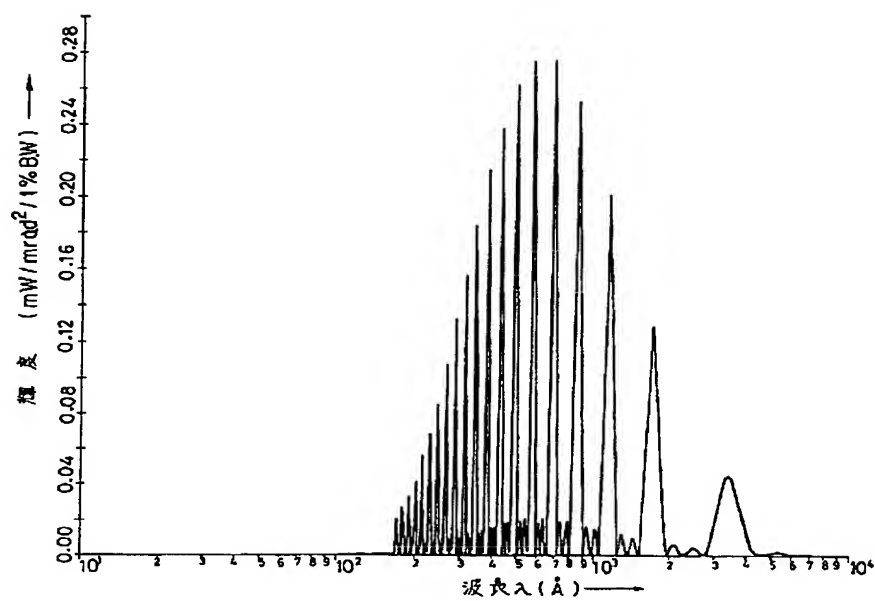
【図6】



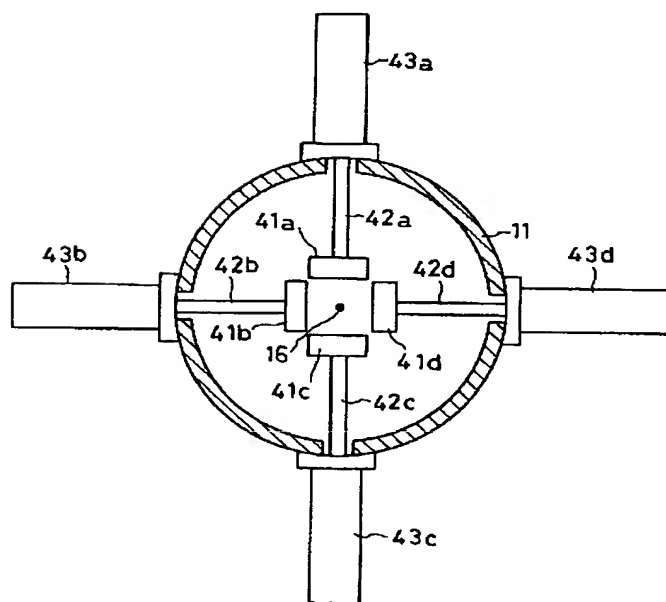
【図7】



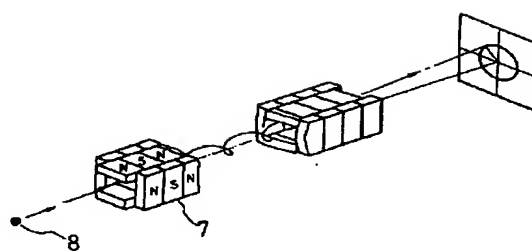
【図8】



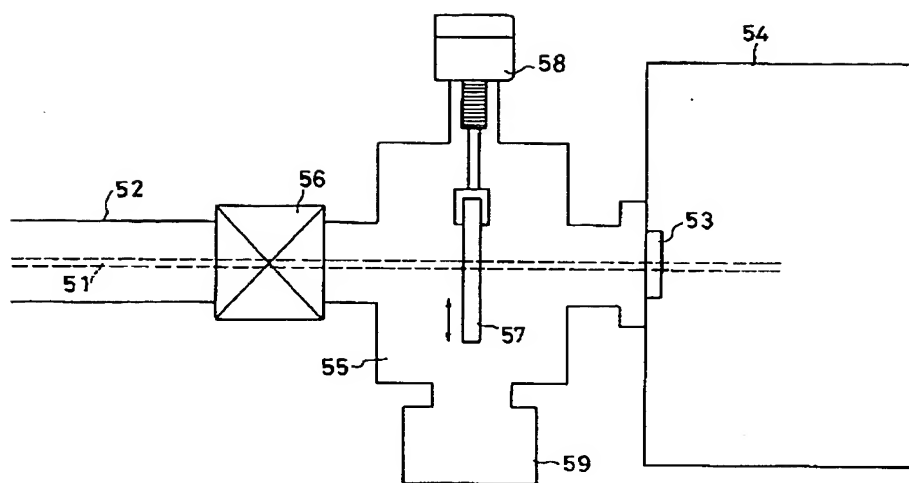
【図11】



【図15】



【図 1 2】



【図 1 3】

